

# Best Available Copy



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002314887 A**

(43) Date of publication of application: **25.10.02**

(51) Int. Cl. **H04N 5/335**  
**H01L 27/146**

(21) Application number: **2001363441**  
(22) Date of filing: **24.10.01**  
(30) Priority: **08.02.01 JP 2001075034**

(71) Applicant: **HONDA MOTOR CO LTD**  
(72) Inventor: **FURUKAWA MAKOTO**  
**SHINOZUKA NORIYUKI**  
**KURITA JIRO**

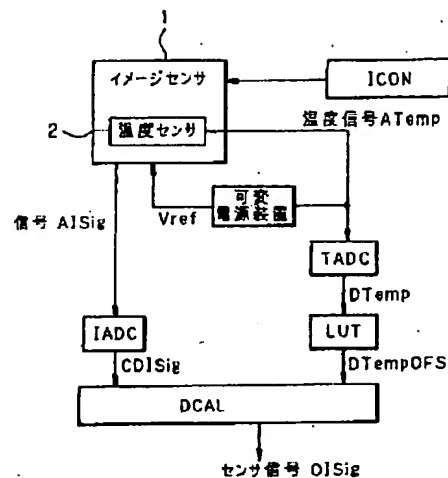
### (54) DEVICE FOR CORRECTING OUTPUT OF IMAGE SENSOR

#### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To perform temperature correction of a sensor signal outputted from an image sensor without relying upon operational processing using a correction circuit.

**SOLUTION:** In order to read out a sensor signal by applying a bias voltage through a reference resistor to the output side of an MOS type photosensor being employed in units of pixel and then correcting temperature variation of the sensor signal by regulating the bias voltage, means for regulating the bias voltage variably depending on the temperature of an image sensor detected by a temperature sensor is provided.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-314887

(P2002-314887A)

(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002. 10. 25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード(参考)
H 0 4 N 5/335		H 0 4 N 5/335	R 4 M 1 1 8
H 0 1 L 27/146		H 0 1 L 27/14	E 5 C 0 2 4
			A

審査請求 未請求 請求項の数6 書面 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2001-363441 (P2001-363441)	(71) 出願人	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22) 出願日	平成13年10月24日 (2001. 10. 24)	(72) 発明者	古川 誠 埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン ダエンジニアリング株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2001-75034 (P2001-75034)	(72) 発明者	篠塚 典之 埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン ダエンジニアリング株式会社内
(32) 優先日	平成13年2月8日 (2001. 2. 8)	(74) 代理人	100077746 弁理士 鳥井 清
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

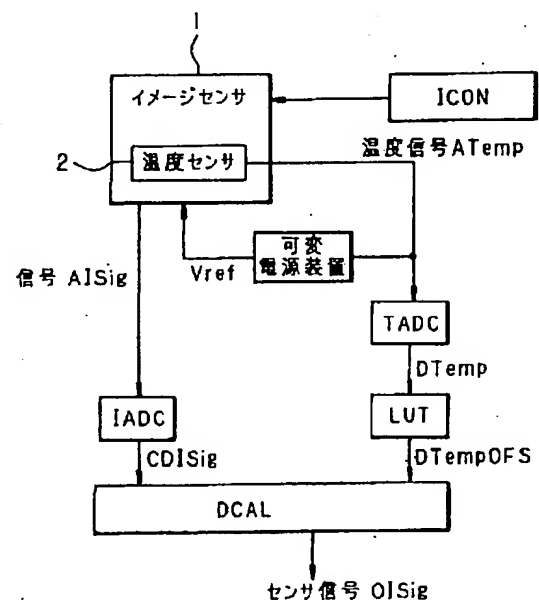
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イメージセンサの出力補正装置

## (57) 【要約】

【目的】 何ら補正回路を用いた演算処理によることなく、イメージセンサから出力されるセンサ信号の温度補正を行わせることができるようにする。

【構成】 画素単位に用いられるMOS型の光センサ回路の出力側に基準抵抗を介してバイアス電圧を印加してセンサ信号を読み出すようにしたうえで、そのバイアス電圧を調整することによってセンサ信号の温度による変化分の補正を行わせるようにするべく、温度センサによるイメージセンサの検出温度に応じてそのバイアス電圧の値を可変に調整する手段を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 画素単位に用いられるMOS型の光センサ回路の出力側に基準抵抗を介してバイアス電圧を印加してセンサ信号を読み出すようにしたイメージセンサにあって、温度センサによってイメージセンサの温度を検出して、その検出温度に応じて前記バイアス電圧の値を可変に調整する手段を設けるようにしたイメージセンサの出力補正装置。

【請求項2】 イメージセンサから読み出されるセンサ信号をデジタル信号に変換するAD変換器と、温度センサによる温度検出信号をデジタル信号に変換するAD変換器と、予め温度に応じた補正值がテーブル設定されており、AD変換された温度信号に応じた所定の補正值を読み出すメモリと、その読み出された補正值を用いて、デジタル演算処理によってAD変換されたセンサ信号の温度補正を行うデジタル温度補正回路とを設けたことを特徴とする請求項1の記載によるイメージセンサの出力補正装置。

【請求項3】 メモリから読み出される補正值が温度に応じたオフセット補正值であり、そのオフセット補正值を用いてイメージセンサから読み出されるセンサ信号のオフセット補正を行うようにしたことを特徴とする請求項2の記載によるイメージセンサの出力補正装置。

【請求項4】 メモリから読み出される補正值が温度に応じたゲイン補正用の乗数であり、そのゲイン補正用の乗数を用いてイメージセンサから読み出されるセンサ信号のゲイン補正を行わせるようにしたことを特徴とする請求項2の記載によるイメージセンサの出力補正装置。

【請求項5】 メモリから読み出される補正值が温度に応じたオフセット補正值およびゲイン補正用の乗数であり、そのオフセット補正值を用いてイメージセンサから読み出されるセンサ信号のオフセット補正を行ったのち、ゲイン補正用の乗数を用いてそのオフセット補正されたセンサ信号のゲイン補正を行わせるようにしたことを特徴とする請求項2の記載によるイメージセンサの出力補正装置。

【請求項6】 光センサ回路が、光信号を電気信号に変換するためのフォトダイオードと、そのフォトダイオードに流れる電流を対数的な電圧変化に変換するための第1のトランジスタと、その変換された電圧信号を増幅するための第2のトランジスタと、画素を選択するための第3のトランジスタとからなり、第1のトランジスタのドレイン電圧を所定時間だけ定常より低い電圧に切り換えることにより残像を抑制する機能を有することを特徴とする請求項1の記載によるイメージセンサの出力補正装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、MOS型の光センサ回路を画素単位に用いたイメージセンサから出力されるセ

ンサ信号の温度補正を行うイメージセンサの出力補正装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、入射光に応じてフォトダイオードに流れるセンサ電流をMOS型トランジスタにより弱反転状態で対数特性を有する電圧信号に変換して出力するようにした光センサ回路を画素単位に用いたイメージセンサにあって、そのセンサ出力が、図3および図6に示すように、温度によって変動するため、温度センサによってイメージセンサの温度を検出して、その検出値にもとづいて温度によって変動するセンサ出力の温度補正を行わせるようにしたものが開発されている（特開2000-329616号公報参照）。

【0003】 図18は、イメージセンサ1から出力されるセンサ信号A I S i gを、温度センサ2によって検出したイメージセンサ1の温度信号A T e m pに応じてデジタル処理によって温度補正するようにしたときの従来の構成を示している。

【0004】 その構成によれば、コントローラ1CONの制御下でイメージセンサ1から出力される各画素のセンサ信号A I S i gがAD変換器1ADCにおいてデジタル信号D I S i gに変換されてデジタル温度補正回路D C A Lに与えられる。また、イメージセンサ1内に設けられた温度センサ2から温度信号A T e m pがAD変換器T A D Cにおいてデジタル信号D T e m pに変換される。そして、そのデジタル化された温度信号D T e m pがルックアップテーブルL U Tに与えられ、そこで予め設定されている温度に対するオフセット補正值の特性のテーブルから現在検出されている温度に応じたオフセット補正值D t e m p O F Sが読み出されてデジタル温度補正回路D C A Lに与えられる。そして、デジタル温度補正回路D C A Lにおいて、デジタル化されたセンサ信号D I S i gから所定のオフセット補正值D t e m p O F Sを加、減する演算処理が行われ、それにより温度補正されたデジタル化されたセンサ信号O I S i gが得られるようになっている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 解決しようとする問題は、イメージセンサから出力されるセンサ信号の温度補正を演算処理によって行わせるようにするのは、複雑な構成による補正回路を必要とすることである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明によるイメージセンサの出力補正装置にあっては、何ら補正回路を用いた演算処理によることなく、イメージセンサから出力されるセンサ信号の温度補正を行わせるべく、画素単位に用いられるMOS型の光センサ回路の出力側に基準抵抗を介してバイアス電圧を印加してセンサ信号を読み出すようにしたうえで、温度センサによるイメージセンサの検出温度に応じてそのバイアス電圧の値を可変に調整する

手段を設けて、そのバイアス電圧を調整することによってセンサ信号の温度による変化分のオフセット補正を行わせるようにしている。

【0007】

【実施例】図1は、イメージセンサ1に用いられる1画素分の光センサ回路の構成例を示している。

【0008】それは、入射光 $L_s$ の光量に応じたセンサ電流を生ずるフォトダイオードPDと、その寄生容量Cの充放電を行わせるためのトランジスタQ1と、その寄生容量Cの端子電圧 $V_{pd}$ を増幅するトランジスタQ2と、読出し信号 $V_c$ のバースタimingでもってセンサ信号を出力するトランジスタQ3とからなり、ダイナミックレンジを拡大するべく、トランジスタQ1によりフォトダイオードPDに流れるセンサ電流を弱反転状態で対数出力特性をもって電圧信号に変換させるようにしている。

【0009】そして、光センサ回路におけるトランジスタQ3の出力側には、基準抵抗 $R_{ref}$ を介してバイアス電圧 $V_{ref}$ を印加して、センサ信号を電圧値としてとり出す出力回路が設けられている。

【0010】また、図示しないコントローラの制御下において、センサ信号の読出しに先がけて、トランジスタQ1のゲート電圧を一定に保持したままの状態、そのドレイン電圧を所定時間だけ定常よりも低い値に切り換えてフォトダイオードPDの寄生容量Cに蓄積された電荷を放電させて初期化することにより、センサ電流に急激な変化が生じても即座にそのときの入射光量に応じたセンサ信号が得られるようにして、入射光量が少ない場合でも残像を生ずることがないようにしている。

【0011】このような光センサ回路にあっては、図2に示すように、入射光量に応じてフォトダイオードPDに流れるセンサ電流が多いときには対数出力特性を示すが、入射光量が少ないときにはフォトダイオードPDの寄生容量Cの充放電に定常遅れを生じてほぼ線形の非対数出力特性を示すものになっている。図中、WAは非対数応答領域を、WBは対数応答領域をそれぞれ示している。

【0012】しかして、このような光センサ回路では、温度によってその出力特性が図3に示すように変化するものになっている。図中、aで示す特性は温度が所定の基準値になっているときの出力特性であり、温度がその基準値よりも低いときには出力特性がbで示すように上方に変動し、温度がその基準値よりも高いときには出力特性がcで示すように下方に変動することになる。

【0013】したがって、このような光センサ回路を画素単位としてマトリクス状に複数配設したイメージセンサから時系列的に順次出力される各画素のセンサ信号を、そのときのイメージセンサの雰囲気温度による基準値からの変動分をオフセットするべく、温度補正する必要がある。

【0014】本発明は、このような点を考慮したうえで、光センサ回路の出力側に設けられる出力回路におけるバイアス電圧 $V_{ref}$ の値を変化させることによってセンサ信号を適宜オフセットさせることができる点に着目して、温度センサによってイメージセンサの温度を検出して、その検出温度に応じてバイアス電圧 $V_{ref}$ の値を可変に調整する手段を設けるようにしたものである。

【0015】図4は、バイアス電圧 $V_{ref}$ をパラメータとして1〜10Vまで変化させたときの光センサ回路における $V_{pd}$ 電圧に対するセンサ出力の特性を示している。

【0016】この特性から、 $V_{pd}$ 電圧が $\Delta V$ だけ変化したときのセンサ出力の変化分 $\Delta V_o$ は一定であることがわかる。したがって、バイアス電圧 $V_{ref}$ を変化させることによって、センサ出力の温度による変化分をキャンセルすることができるようになる。

【0017】図5は、本発明によるイメージセンサの出力補正装置の一実施例を示している。

【0018】それは、イメージセンサ1の雰囲気温度を温度センサ2によって検出して、その温度センサ2からの温度検出信号 $A_{Temp}$ を可変電源装置3が読み込んで、そのときの検出温度に応じてイメージセンサ1の出力回路におけるバイアス電圧 $V_{ref}$ の電圧値を可変に調整するようにしている。

【0019】その可変電源装置3は、イメージセンサの温度が基準値から外れたときのセンサ出力の変動分をオフセットできるように、温度に応じて電圧値を切り換えて出力させることができるようになっており、温度センサ2からの温度検出信号 $A_{Temp}$ に応じて所定の電圧値によるバイアス電圧 $V_{ref}$ をイメージセンサ1に供給するようになっている。

【0020】また、ここでは、コントローラCONの制御下においてイメージセンサ1から時系列的に読み出される各画素のセンサ信号 $A_{ISig}$ をデジタル信号に変換するAD変換器1ADCと、温度センサ2からの温度検出信号 $A_{Temp}$ をデジタル信号に変換するAD変換器TADCと、予め温度に応じたオフセット補正值がテーブル設定されており、AD変換された温度信号 $D_{Temp}$ に応じた所定のオフセット補正值 $D_{Temp}OFF$ を読み出すルックアップテーブルLUTと、その読み出されたオフセット補正值 $D_{Temp}OFF$ を用いて、AD変換されたセンサ信号 $C_{DISig}$ の温度補正を行って、その温度補正されたデジタル化されたセンサ信号 $O_{ISig}$ を出力するデジタル温度補正回路DCALとを設けるようにしている。

【0020】図6はイメージセンサ1から出力されるセンサ信号 $A_{ISig}$ の温度に対する変化特性を示している。

【0021】デジタル温度補正回路DCALにおける演

算処理としては、デジタル化されたセンサ信号CDISigから所定のオフセット補正值DtempOFSを加、減する演算処理が行われる。

【0022】図7は、そのデジタル演算処理によってオフセット補正されたときのセンサ信号OISigの温度に対する変化特性を示している。

【0023】しかして、本発明によれば、先にイメージセンサ1の出力回路におけるバイアス電圧Vrefの値を温度センサ2からの温度検出信号ATempに応じて適宜調整することによってセンサ信号AISigの温度補正を行わせようとして、その温度による変動分が抑制されたセンサ信号AISigをAD変換器1ADCによってデジタル信号に変換させるようにしているので、そのAD変換器1ADCの入力レンジを狭く設定して、入力レンジを充分に活用することができるようになる。

【0024】そして、本発明によれば、先のバイアス電圧Vrefを調整することによって補正できない非直線的な部分については、後のデジタル演算処理によって補正することができ、イメージセンサ1から出力されるセンサ信号AISigの温度補正を精度良く行わせることができるようになる。

【0025】図8は、本発明によるイメージセンサの出力補正装置の他の実施例を示している。

【0026】ここでは、特に、ルックアップテーブルLUTに予め温度に応じたオフセット補正值およびゲイン補正のための乗数がテーブル設定されており、AD変換された温度信号DTempに応じた所定のオフセット補正值DTempOFSおよびゲイン補正のための乗数値DTempMLTが読み出されて、デジタル温度補正回路DCALに与えられる。そして、そのデジタル温度補正回路DCALにおいて、オフセット補正演算部OFCALによるセンサ信号CDISigのオフセット補正およびゲイン補正演算部MLTCAIによるゲイン補正のためのデジタル演算処理が順次行われるようになっている。

【0028】図9は、デジタル温度補正回路DCALにおいてオフセット補正およびゲイン補正されたときのセンサ信号OISigの温度に対する変化特性を示している。

【0029】しかして、デジタル温度補正回路DCALにおいてセンサ信号CDISigのオフセット補正およびゲイン補正が行われることによって、先のオフセット補正だけでは図7に示すように明時の出力が傾きを有しているのが、図9に示すようにフラットな特性になるように補正されることになる。

【0030】図10は、デジタル温度補正回路DCALにおいて各画素のデジタル化されたセンサ信号CDISigをオフセット補正およびゲイン補正する際、そのセンサ信号CDISigが対数応答領域において温度によって変化する場合には、そのデジタル演算処理のフローを示してい

る。

【0031】図11は、そのときの光センサ回路におけるセンサ出力の特性が温度TA、TB、TCによって変化する状態を示している。ここで、センサ出力のしきい値THに応じたセンサ電流の値Itmは、センサ出力が非対数応答領域から対数応答領域に切り換わる点を示している。Ioは暗時のセンサ電流を示している。

【0032】ルックアップテーブルLUTには、センサ電流がItmの値のときにセンサ出力がTHとなるようなしきい値が設定されており、その設定されたしきい値THを用いて温度TA、TB、TCに応じた特性の各センサ出力をオフセット補正すると図12に示すような特性になる。

【0033】次に、そのオフセット補正されたセンサ信号S1にもつづき、しきい値TH以上の対数応答領域に対してゲイン補正のための乗算処理を行う。具体的には、オフセット補正されたセンサ信号S1がしきい値TH以上か否かを判断して、しきい値THよりも小さければそのまま信号S1を温度補正されたセンサ信号OISigとして出力する。また、その際、センサ信号S1がしきい値TH以上であれば、ルックアップテーブルLUTから読み出されたゲイン補正のための所定の乗数値を用いて、

出力←TH+(センサ信号S1-TH)×乗数

なる演算を行って、その演算結果を温度補正されたセンサ信号OISigとして出力する。

【0034】このときの温度TA、TB、TCに応じた各特性をもったセンサ信号の温度補正された処理結果として、図13に示すように、対数応答領域の傾きが同一になるように補正されたセンサ出力が得られる。

【0035】図14は、デジタル温度補正回路DCALにおいて各画素のデジタル化されたセンサ信号CDISigをオフセット補正およびゲイン補正する際、そのセンサ信号CDISigが非対数応答領域において温度によって変化する場合には、そのデジタル演算処理のフローを示している。

【0036】図15は、そのときの光センサ回路におけるセンサ出力の特性が温度TA'、TB'、TC'によって変化する状態を示している。

【0037】その温度TA'、TB'、TC'に応じた各特性のセンサ出力をしきい値THを用いてオフセット補正すると、図16に示すように、対数応答領域の始点がそろえられた特性になる。

【0038】次に、そのオフセット補正されたセンサ信号S1にもつづき、しきい値TH以下の非対数応答領域に対してゲイン補正のための乗算処理を行う。具体的には、センサ信号S1がしきい値TH以下か否かを判断して、しきい値THよりも大きければそのまま信号S1を温度補正されたセンサ信号OISigとして出力する。また、その際、センサ出力がしきい値TH以下であ

ば、ルックアップテーブルLUTjから読み出した所定の乗数値を用いて、

出力 $TH = (TH - \text{センサ信号} S1) \times \text{乗数}$

なる演算を行って、その演算結果を温度補正されたセンサ信号OISigとして出力する。

【0039】このときの温度 $TA'$ 、 $TB'$ 、 $TC'$ に応じた各特性をもったセンサ信号の温度補正された処理結果として、図17に示すように、非対数応答領域の特性が同一になるように補正されたセンサ出力が得られる。

【0040】図10および図14にそれぞれ示す演算処理のフローとしては、イメージセンサ1から出力するセンサ信号の特性に応じて単独または組合せによって適用されることになる。

【0041】

【発明の効果】以上、本発明によるイメージセンサの出力補正装置にあっては、画素単位に用いられるMOS型の光センサ回路の出力側に基準抵抗を介してバイアス電圧を印加してセンサ信号を読み出すようにしたうえで、温度センサによるイメージセンサの検出温度に応じてそのバイアス電圧の値を可変に調整する手段を設けて、そのバイアス電圧を調整することによってセンサ信号の温度による変化分のオフセット補正を行わせるようにしたもので、何ら補正回路を用いた演算処理によることなく、イメージセンサから出力されるセンサ信号の温度補正を行わせることができるという利点を有している。

【0042】また、本発明によれば、温度によって出力特性が変化するセンサ信号の温度補正をデジタル処理によって行わせるに際して、先にイメージセンサの検出温度に応じてそのバイアス電圧の値を可変に調整することによってセンサ信号の温度補正を行わせたいうえで、その補正によって温度による変動が抑制されたセンサ信号をAD変換器によってデジタル信号に変換させて、先のバイアス電圧の調整によっては補正できない非直線的な部分の温度補正をデジタル演算処理によって行わせるようにしているため、イメージセンサから出力するセンサ信号をデジタル信号に変換するAD変換器の入力レンジを狭く設定して入力レンジを充分に活用できるとともに、高精度な温度補正を行わせることができるという利点を有している。

【図面の簡単な説明】

【図1】イメージセンサの画素単位となる光センサ回路の構成例を示す電気回路図である。

【図2】その光センサ回路におけるフォトダイオードに流れるセンサ電流(Log)に対するセンサ出力の変化状態を示す特性図である。

【図3】イメージセンサから出力されるセンサ信号の温度による変化状態を示す特性図である。

【図4】光センサ回路における出力用のバイアス電圧をパラメータにとったときのフォトダイオードの端子電圧

に対するセンサ出力の特性図である。

【図5】本発明によるイメージセンサの出力補正装置の一実施例を示すブロック構成図である。

【図6】イメージセンサから出力されるセンサ信号の温度による変化状態を示す特性図である。

【図7】本発明によるイメージセンサの出力補正装置におけるデジタル演算処理によってオフセット補正されたときのセンサ信号の温度に対する変化状態を示す特性図である。

10 【図8】本発明によるイメージセンサの出力補正装置における他の実施例を示すブロック構成図である。

【図9】本発明によるイメージセンサの出力補正装置におけるデジタル演算処理によってオフセット補正およびゲイン補正がなされたときのセンサ信号の温度に対する変化状態を示す特性図である。

【図10】センサ出力が対数応答領域において温度によって変化する場合のデジタル温度補正回路における演算処理のフローを示す図である。

20 【図11】光センサ回路におけるセンサ出力が温度 $TA$ 、 $TB$ 、 $TC$ によって変化する状態を示す特性図である。

【図12】温度 $TA$ 、 $TB$ 、 $TC$ に応じた特性の各センサ出力をオフセット補正した結果を示す特性図である。

【図13】温度 $TA$ 、 $TB$ 、 $TC$ に応じた特性の各センサ出力をオフセット補正およびゲイン調整の乗算補正した結果を示す特性図である。

【図14】センサ出力が非対数応答領域において温度によって変化する場合のデジタル温度補正回路における演算処理のフローを示す図である。

30 【図15】光センサ回路におけるセンサ出力が温度 $TA'$ 、 $TB'$ 、 $TC'$ によって変化する状態を示す特性図である。

【図16】温度 $TA'$ 、 $TB'$ 、 $TC'$ に応じた各センサ出力をオフセット補正した結果を示す特性図である。

【図17】温度 $TA'$ 、 $TB'$ 、 $TC'$ に応じた各センサ出力をオフセット補正およびゲイン調整の乗算補正した結果を示す特性図である。

【図18】従来のイメージセンサの出力補正装置を示すブロック構成図である。

40 【符号の説明】

1 イメージセンサ

2 温度センサ

3 可変電源装置

ICON コントローラ

IADC AD変換器

TADC AD変換器

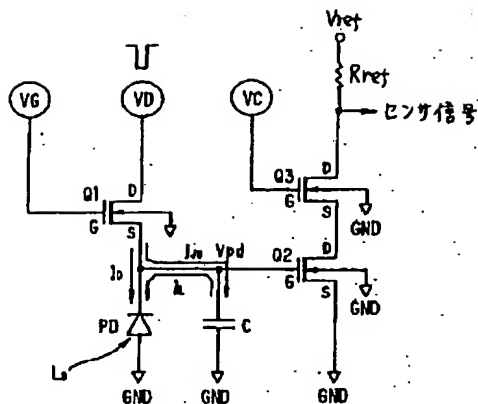
LUT ルックアップテーブル

DICAL デジタル温度補正回路

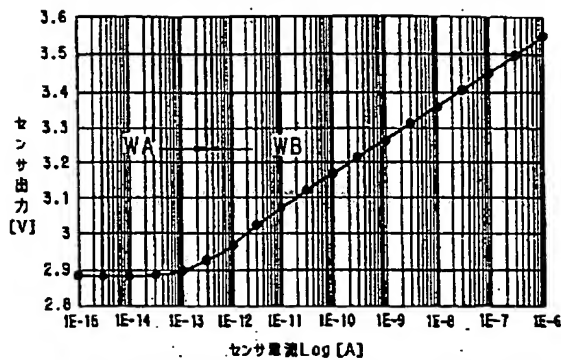
OFSCAL オフセット補正演算部

50 MLTCAL ゲイン補正演算部

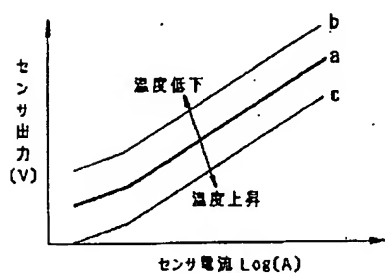
【図1】



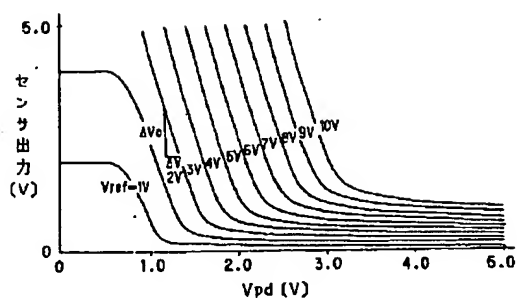
【図2】



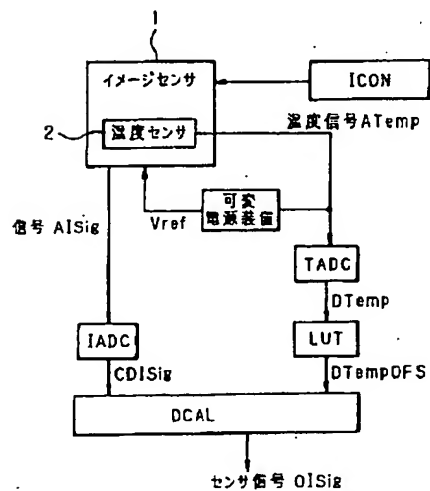
【図3】



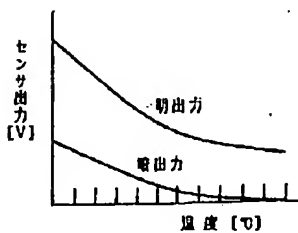
【図4】



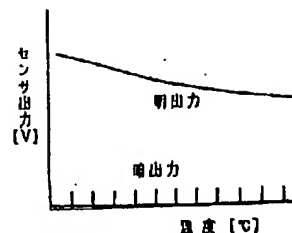
【図5】



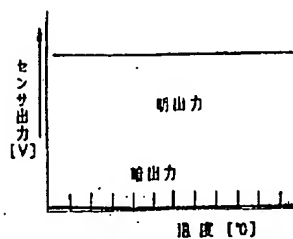
【図6】



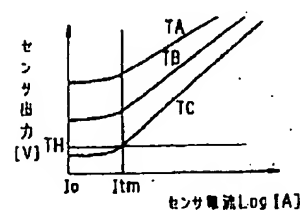
【図7】



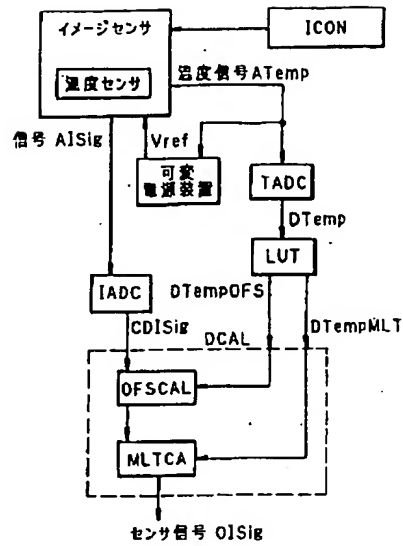
【図9】



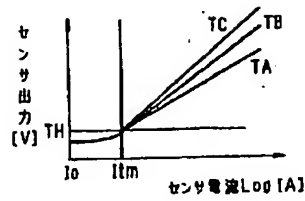
【図11】



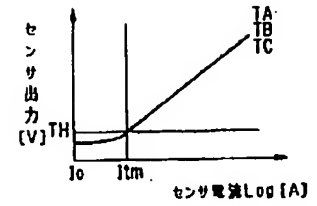
【図8】



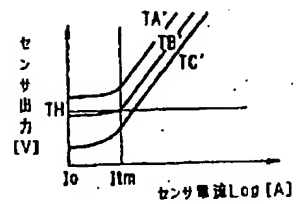
【図12】



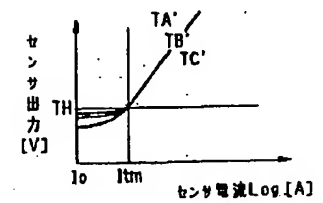
【図13】



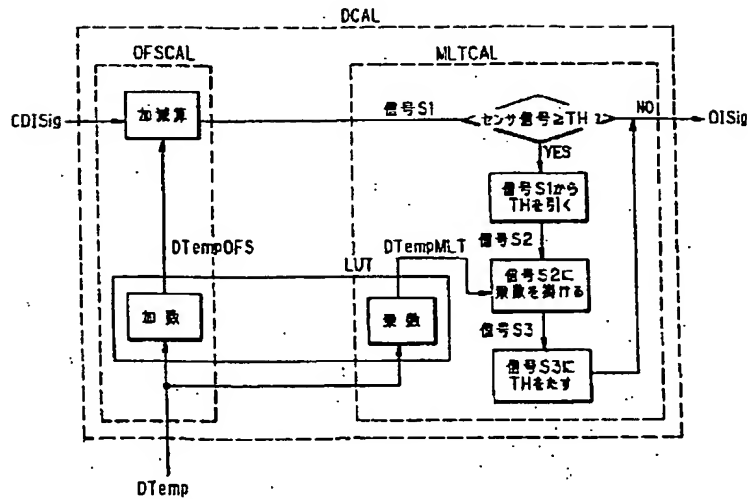
【図15】



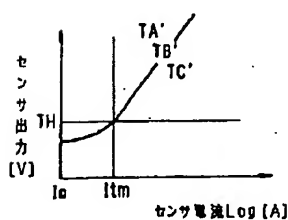
【図16】



【図10】

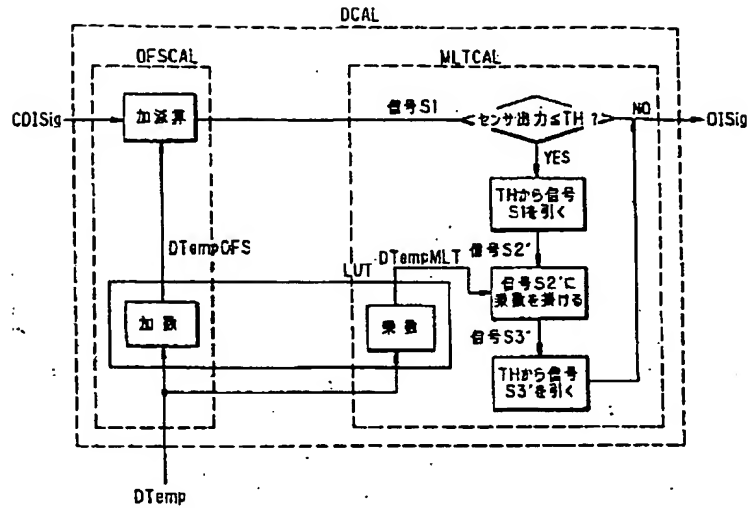


【図17】

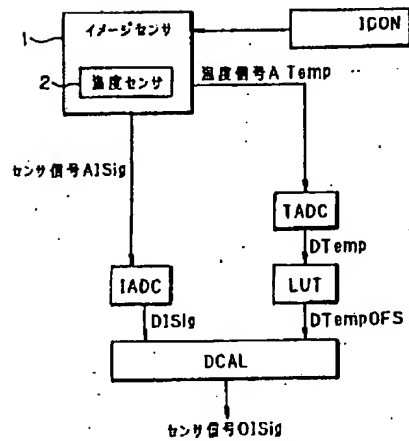




【図14】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 栗田 次郎  
 埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン  
 ダエンジニアリング株式会社内

Fターム(参考) 4M118 AA02 AA10 AB01 BA14 CA02  
 DD09 DD12 FA06 FA42  
 5C024 CX31 GX06 GY31 HX02

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**